Journal of Agricultural Machinery

Homepage: https://jame.um.ac.ir

Research Article
Vol. 12, No. 3, Fall 2022, p. 367-377

Economic Evaluation of using Different Tillage Methods and Crop Rotation in Rain-Fed Wheat Cultivation

S. M. Seyedan[1], A. Heidari[2*]

1- Assistant Professor of Economic, Social and Extension Research Department, Hamedan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Hamedan, Iran

2- Assistant Professor, Department of Agricultural Engineering Research, Hamedan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension organization (AREEO), Hamadan, Iran

(*- Corresponding Author Email: heidari299@gmail.com)

DOI: 10.22067/jam.2021.68182.1008

Received: 06-01-2021 Revised: 15-06-2021 Accepted: 22-09-2021 Available Online: 22-09-2021	**How to cite this article:** Seyedan, S. M., and A. Heidari. 2022. Economic Evaluation of using Different Tillage Methods and Crop Rotation in Rain-Fed Wheat Cultivation. Journal of Agricultural Machinery 12 (3): 367-377. (In Persian). DOI: 10.22067/jam.2021.68182.1008

Introduction

Soil protection against water and wind erosion is of great importance. Since most soils of arid and semi-arid regions of Iran are poor in organic matter and continuous use of conventional tillage (moldboard plow) has increased the severity of soil organic matter depletion and degradation of soil structure. Therefore replacing conventional tillage with conservation tillage (reduced tillage and no tillage) is needed to improve soil structure and increase soil organic matter. Due to the increasing population growth and the limitation of arable land, it is necessary to remove the fallow year in dryland. Legumes are crops that can be in rotation with wheat.

Materials and Methods

This study was conducted to evaluate the effect of crop rotation and different tillage systems on rain-fed wheat farming in Kaboudarahang Township during 2012-2014. The experiment was conducted as split-plot in a randomized complete block design with three replications. In this study, different crop rotations including fallow-wheat rotation, and chickpea-wheat rotation as main plots and different tillage systems including conventional tillage (moldboard plow + power harrow), conservation tillage (chisel plow equipped with roller), conservation tillage (sweep plow equipped with roller) and direct drilling were investigated as subplots.

In the economic evaluation of this project, the economic impacts of the treatments were analyzed using the partial budgeting method and the cost-benefit ratio. For this purpose, the difference between treatments income and cost compared with control treatment has been calculated and compared. The differences in the benefits of the treatments are due to the different yields of wheat.

Results and Discussion

Results showed:

1- The highest wheat yield in the first and second years of the study was 605.3 and 2135.1 kg ha^{-1}, respectively in rotation of fallow wheat.

2- In the first year, the highest wheat yield (690.7 kg ha^{-1}) was related to direct planting (no tillage), but in the second year, the highest yield (2268.6 kg ha^{-1}) was related to conservation tillage (sweep blades + roller).

3- In the first and second year, the highest value of treatment was related to direct planting and conservation tillage (sweep tiller + roller), respectively.

4- In the chickpea-wheat rotation, the highest net income in the first and second year was related to direct planting and conservation tillage (sweep + roller), respectively. Thebenefit-cost ratio in the conservation tillage (sweep + roller) (second year) and direct drilling (first year) methods shows that for each rial of expenses, 5.7 and 2.8 rials can be earned respectively. Therefore, economically, these tillage treatments are superior to the control treatment (conventional cultivation).

5- In the wheat rotation, the highest net income in the first and second year was related to direct planting and conservation tillage (sweep + roller), respectively. The benefit-cost ratio in the conservation tillage (sweep + roller) (second year) and direct drilling (first year) methods shows that for each rial of expenses, 4.2 and 1.3 rials can be earned respectively. Therefore, it is economically justified and these tillage treatments are superior to the control treatment (conventional tillage).

Conclusion

The results of this study showed that in the first and second years, economically the direct method and the conservation tillage treatment (sweep blades + roller) were superior to the conventional method, respectively. Therefore, conservation tillage methods can be replaced by the conventional method (plowing with moldboard plow) in dryland farming. Also, in dry years, direct cultivation (no tillage) is a good and economical method.

Keywords: Chickpea, Conservation tillage, Cost-benefit ratio, Fallow, Net value, No-till, Wheat

نشریه ماشین‌های کشاورزی
https://jame.um.ac.ir

مقاله پژوهشی
جلد ۱۲، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۱، ص ۳۷۷-۳۶۷

ارزیابی اقتصادی اثر به‌کارگیری روش‌های مختلف خاک‌ورزی و تناوب زراعی در کشت گندم دیم

سید محسن سیدان[1]، احمد حیدری[2]*

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۰/۱۷
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۶/۳۱

چکیده

انجام عملیات خاک‌ورزی مرسوم در اراضی دیم منجر به مشکلاتی نظیر فرسایش آبی و بادی خاک و ایجاد گرد و غبار می‌شود. علی‌رغم این‌که انجام عملیات خاک‌ورزی حفاظتی در طول دوره آیش، روش شناخته شده‌ای برای کاهش فرسایش خاک است، اما هنوز عمده اراضی دیم استان همدان تحت خاک‌ورزی مرسوم قرار دارند. فرسایش خاک در استان همدان عمدتاً به علت کاهش کیفیت خاک و تاثیر آن بر کاهش عملکرد محصولات، سالانه هزینه‌های درون مزرعه‌ای قابل ملاحظه‌ای را برکشاورزان منطقه تحمیل می‌نماید. از طرفی زارعین در صورتی در راستای حفاظت از خاک سرمایه‌گذاری انجام خواهند داد که منافع حاصله بیش از هزینه‌های آن باشد. این پژوهش به‌منظور ارزیابی اقتصادی اثر تناوب زراعی و روش‌های مختلف خاک‌ورزی در زراعت گندم دیم، در شهرستان کبودرآهنگ در دو سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ و ۹۳-۱۳۹۲ اجرا گردید. برای این منظور اثرات اقتصادی ناشی از اعمال تیمارها با استفاده از روش بودجه‌بندی جزئی و شاخص نسبت منفعت به هزینه مورد بررسی قرارگرفت. آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک کامل تصادفی و در سه تکرار انجام شد. در این تحقیق تاثیر دو تناوب زراعی شامل آیش- گندم و نخود- گندم به‌عنوان عامل اصلی و روش‌های مختلف خاک‌ورزی شامل روش مرسوم (گاوآهن برگرداندار+ سیکلوتیلر)، خاک‌ورز حفاظتی (گاوآهن چیزل با تیغه‌های قلمی+ غلتک)، خاک‌ورزی حفاظتی (گاوآهن چیزل با تیغه‌های پنجه‌غازی+ غلتک) و کشت مستقیم (بی‌خاک‌ورزی) به‌عنوان عامل فرعی بر عملکرد و هزینه‌ها مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج این پژوهش نشان داد که در سال خشک (۹۲-۱۳۹۱) تیمار بی‌خاک‌ورزی (کشت مستقیم) در مقایسه با سایر روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی عملکرد بیشتری (حدود ۲۵ درصد) نسبت به خاک‌ورزی مرسوم داشت و از نظر اقتصادی درآمد خالص به میزان ۳۳۵۷ هزار ریال در هکتار افزایش داشته است و دارای نسبت به منفعت به هزینه ۲/۸ است که عدد قابل قبولی است. در سال دوم (۹۳-۱۳۹۲) که آبیاری تکمیلی انجام شد از نظر اقتصادی و میزان عملکرد محصول، تیمار خاک‌ورزی حفاظتی (گاوآهن چیزل با تیغه‌های پنجه‌غازی+ غلتک) نسبت به سایر تیمارهای خاک‌ورزی برتری داشت. این تیمار نسبت به روش مرسوم عملکرد گندم را ۶/۲ درصد و درآمد را ۲۸۹۷ هزار ریال در هکتار افزایش داد، شاخص نسبت منفعت به هزینه در این تیمار برابر با ۵/۷ است که نشان‌دهنده توجیه‌پذیری این روش است. با توجه به نتایج به‌دست آمده، می‌توان در کشت دیم گندم روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی را جایگزین روش مرسوم نمود.

واژه‌های کلیدی: آیش، بی‌خاک‌ورزی، درآمد خالص، خاک‌ورزی حفاظتی، گندم، منفعت به هزینه، نخود

مقدمه

مقوله توسعه پایدار به‌عنوان محوری‌ترین اهداف توسعه‌ای در بخش کشاورزی کشور زمانی محقق خواهد شد که منابع پایه نظیر خاک در چارچوب ضوابط فنی حفاظت‌شده و به‌صورت اصولی مورد بهره‌برداری قرار گیرند. حفاظت خاک به مجموعه اقداماتی که به‌منظور پیشگیری و کنترل آلودگی و تخریب و فرسایش خاک و تبعات آن انجام می‌شود و موجب تقویت پایداری خاک یا سبب افزایش حاصلخیزی آن می‌شود گفته می‌شود (Soil and Water Research Institute, 2019). علت عمده فرسایش خاک استفاده بیش از حد از آن است. از جمله عوامل از بین رفتن خاک سوزاندن باقی‌مانده محصولات کشاورزی پس از درو در کشورهای کمتر توسعه‌یافته و نابودی جنگل‌ها و بیابان زایی است (Vieth *et al.*,

۱- استادیار بخش تحقیقات اقتصادی، اجتماعی و ترویج کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران
۲- استادیار بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: heidari299@gmail.com)
DOI: 10.22067/jam.2021.68182.1008

2001). به‌طورکلی می‌توان گفت هرگونه سرمایه‌گذاری که باعث حفظ و یا افزایش بهره‌وری و یا جلوگیری از کاهش بهره‌وری بالقوه زمین شود، حفاظت خاک محسوب می‌شود. حفاظت خاک یک مسئله اقتصادی است چرا که نوعی سرمایه‌گذاری جاری جهت کسب درآمدهای بیشتر در آینده است. خاک زراعی یکی از مهم‌ترین نهاده‌ها در فرایند تولید محصولات کشاورزی است که کیفیت آن نقش مهمی در میزان عملکرد محصول و رسیدن به امنیت غذایی و توسعه پایدار دارد. به‌طوری‌که پایین بودن میزان تولیدات کشاورزی ایران در مقایسه با استانداردهای جهانی را به میزان زیادی به کاهش مداوم حاصلخیزی خاک‌های زراعی نسبت می‌دهند (Refahi, 2012).

حفظ خاک از فرسایش آبی و بادی از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد. از آنجا که اکثر خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران از نظر ماده آلی ضعیف بوده و استفاده مداوم از گاوآهن برگرداندار برای شخم بر شدت کم شدن ماده آلی خاک و از بین رفتن ساختمان خاک افزوده است، بنابراین، جایگزین نمودن خاک‌ورزی مرسوم با خاک‌ورزی حفاظتی (کم خاک‌ورزی و بدون خاک‌ورزی) به‌منظور بهبود ساختمان خاک و افزایش ماده آلی خاک نیاز می‌باشد (Mirza shahi and Bazargan, 2015). همچنین کاربرد فن‌آوری‌های مطلوبی همانند سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی به‌عنوان یکی از روش‌های کاربردی در کشاورزی پایدار می‌تواند سبب کند کردن روند تخریب زمین‌های زراعی و افزایش پایداری در کشاورزی گردد. متأسفانه متوسط میزان فرسایش سالانه خاک ناشی از عوامل طبیعی و غیر طبیعی در ایران معادل ۳۳ تن در هکتار گزارش شده است. این پدیده سالانه هزینه‌های درون مزرعه‌ای چشمگیری را بر کشاورزان به علت کاهش کیفیت خاک و عملکرد محصولات و نیز هزینه‌های برون مزرعه‌ای فراوانی بر جامعه تحمیل می‌نماید (Refahi, 2012). در این زمینه عدم اعمال عملیات حفاظت خاک از سوی زارعین به جهت عدم آگاهی از منافع اقتصادی، اجتماعی آن به‌عنوان یکی از دلایل اصلی این پدیده به‌شمار می‌رود. برای حفاظت آب و خاک از روش‌های مکانیکی و غیرمکانیکی استفاده می‌شود. عملیات مکانیکی شامل تراس‌بندی، احداث بندهای خاکی و سنگی، بادشکن‌ها، کانال‌های زهکشی و ایجاد آبراهه‌های انحرافی است که نوعی مبارزه مستقیم با فرسایش خاک است و اجرای آن‌ها مشکل و نیازمند صرف هزینه زیادی است. عملیات غیر مکانیکی عبارت از پیشگیری از فرسایش خاک با انجام یکسری عملیات مدیریتی صحیح می‌باشد که این روش‌ها نسبتاً ارزان بوده و کاربرد آن‌ها در هر شرایطی امکان‌پذیر است. این روش‌ها شامل مدیریت بهینه خاک نظیر مصرف کودهای آلی و نیز مدیریت زراعی شامل مالچ‌پاشی، کشت روی خطوط تراز، تناوب‌های زراعی و کشت نواری می‌باشد (Refahi, 2012; Refahi, 2017; Ghadiri, 1993; Morgan, 1995). در سال‌های خشک در مناطق دیم مدیترانه‌ای، عملکرد گندم در روش بی‌خاک‌ورزی بیشتر از روش شخم با گاوآهن برگرداندار بود و برعکس در سال‌های پر باران، عملکرد گندم در روش خاک‌ورزی مرسوم بهتر بود. همچنین اثرات متقابل خاک‌ورزی و تناوب در سال‌های خشک معنی‌دار بوده به طوری‌که به‌ترتیب تناوب نخود- گندم، باقلا- گندم، آیش- گندم نسبت به بقیه تناوب‌ها از عملکرد بالایی برخوردار بودند (Lopez-Bellido *et al.*, 1996). اثر خاک‌ورزی حفاظتی بر عملکرد گندم با توجه به شرایط بارندگی منطقه می‌تواند متفاوت باشد به‌طوری‌که در مناطق خشک‌تر، خاک‌ورزی حفاظتی به‌دلیل افزایش راندمان مصرف آب موثرتر بوده در حالی‌که هرچه بارندگی‌ها مناسب‌تر شده، اثر خاک‌ورزی حفاظتی (به‌دلیل کافی بودن رطوبت) کاهش پیدا کرد (Cantero-Martinez *et al.*, 2007). دستاورد سایر محققین در رابطه با اثرات بلندمدت تناوب‌های زراعی مختلف و روش‌های متفاوت خاک‌ورزی بیانگر افزایش عملکرد گندم در شرایط دیم به میزان ۷۸٪ در روش خاک‌ورزی حفاظتی نسبت به روش خاک‌ورزی مرسوم بوده است (Mejahed and Sander, 1998).

پژوهشگران از روش‌های متفاوتی برای برآورد منافع حاصل از حفاظت خاک استفاده کرده‌اند. در جمهوری دومینیکن برای یک دوره ۲۵ ساله به روش برآورد تابع عملکرد، درآمد خالص حفاظت خاک از طریق حفظ بقایای گیاهی، ۲۶۰ دلار دومینیکن در هر هکتار برآورد شده است (Veloz *et al.*, 1985). اثر فرسایش خاک بر کاهش درآمد کشاورزان را به روش تخمین تابع عملکرد در منطقه پالوز آیداهوی شمالی و واشنگتن غربی، به‌ترتیب ۴ و ۶ دلار در جریب برآورد کردند (Walker and Young, 1986). ارزش خسارت فرسایش بادی خاک روی خانوارها در نیومکزیکو به روش هزینه جایگزینی، حدود ۴۵۴ میلیون دلار در سال برآورد شد (Husar, 1989). ارزش حفاظت خاک در بازار کشت و کار مانیلای استرالیا را به روش هدونیک (قیمت‌گذاری بر اساس اصل لذت‌گرایی) حدود ۲/۲۸ دلار در هکتار تخمین زدند (King and Sinden, 1998). به‌منظور ارزیابی اقتصادی روش‌های حفاظت خاک در مناطق کوهستانی اتیوپی، سود زارعین در دو حالت با حفاظت و بدون حفاظت خاک محاسبه و سپس سود خالص تنزیل شده از تفاوت آن دو به‌دست آمد. نتایج نشان داد که منافع حفاظت خاک، کم بوده و کشاورزان خرده‌پا حاضر به انجام آن نبودند. مگر این‌که یارانه داده شود. از آنجا که دادن یارانه هزینه‌بر و توجیه آن مشکل بود، در نهایت بهترین سیاست را پایین آوردن هزینه روش‌های حفاظت خاک دانستند (Shiferaw and Holden, 1998). برای برآورد منافع حفاظت خاک جنگل زراعی در ویسایاس شرقی فیلیپین، ابتدا شاخص حفاظت خاک را محاسبه و مدل پروبیت را برای بررسی عوامل مؤثر بر قبول تکنولوژی جنگل زراعی برآورد کردند و در نهایت از تابع سود برآوردی

نسبت به متغیر شاخص کیفیت خاک مشتق گرفته و ارزش نهایی حفاظت خاک را محاسبه کردند. آن‌ها در واقع از روش هکمن دو مرحله‌ای استفاده نمودند (Pattanayak and Mercer, 1998). برای برآورد منافع حفاظت خاک در یک طرح آبخیزداری در سریلانکا از روش فایده هزینه اجتماعی استفاده کردند و نشان دادند که منافع حاصله در بیرون از مزرعه‌ی که حفاظت خاک انجام شده بیشتر از منافع آن در درون مزرعه است (Viet *et al*., 2001). هزینه فرسایش خاک را با استفاده از روش هزینه جایگزین با بهره‌گیری از اطلاعات میدانی در عرصه هفت استان برآورد نمودند. یافته‌ها نشان داد که میانگین هزینه سالانه فرسایش خاک برای کل اراضی گندم دیم کشور، (۳۹۵۱ هزار هکتار) تقریبا ۸۰۷ میلیارد ریال می‌باشد (Ghorbani and Hosseini, 2006).

قهرمانزاده (Ghahremanzadeh, 2002) برای محاسبه منافع حفاظت خاک در اراضی دیم با استفاده از آمار و اطلاعات قربانی و حسینی (Ghorbani and Hosseini, 2006)، به تفکیک برای مزارعی که شخم موازی و عمود بر شیب زمین زده بودند، ابتدا عملکرد گندم را به‌عنوان تابعی از مؤلفه‌های خاک برآورده کرده و در نهایت با استفاده از بخشی از کارهای پاتاناکاک و مرسر (Pattanayak and Mercer, 1998) منافع حفاظت خاک را برآورد نمود. وی متوسط سود سالانه بهره‌بردار ناشی از شخم حفاظتی را بین ۸۷۸۵ تا ۱۲۰۱۳ ریال در هکتار برای استان‌های مختلف محاسبه نمود. عقیلی (Akheli, 2003) ارزش هزینه‌های درون مزرعه‌ای فرسایش خاک در کشور را به روش هزینه جایگزینی مواد مغذی، حدود۷۷۶۲ میلیارد ریال محاسبه نمود. هدف از این پژوهش، برآورد نسبت منفعت به هزینه عملیات حفاظت خاک شامل سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی و تناوب زراعی در اراضی گندم دیم شهرستان کبودرآهنگ می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در ایستگاه تحقیقاتی تجرک مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی همدان در خاکی با بافت لوم رس سیلتی در طی دو سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱و ۹۳-۱۳۹۲ اجرا شد. این ایستگاه در موقعیت جغرافیایی ۴۸/۴۵ طول شرقی و ۳۵/۱۴ عرض شمالی واقع شده و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۷۰۰ متر و میانگین بارندگی بلند مدت محل آزمایش ۳۳۲/۷ میلی‌متر است (I. R. of Iran Meteorological Organization, 2014). در حالی‌که میانگین بارندگی در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱، ۱۹۰ میلی‌متر و در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲، ۱۷۰ میلی‌متر گزارش شده است. لازم به توضیح است که آزمایش در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ تحت شرایط معمول در حالی‌که در سال زراعی ۹۳-۹۲، آبیاری تکمیلی به میزان ۹۰ میلی‌متر در سه مرحله در بهار سال ۱۳۹۳ انجام شد. این پژوهش به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. تاثیر دو نوع تناوب زراعی (۱- آیش-گندم و ۲- نخود-گندم) به‌عنوان عامل اصلی در کرت‌های اصلی و روش خاک‌ورزی (شامل ۱- روش مرسوم (شخم باگاوآهن برگرداندار+ سیکلوتیلر)، ۲- خاک‌ورزی حفاظتی (گاوآهن چیزل با تیغه‌های قلمی+ غلتک)، ۳- خاک‌ورزی حفاظتی (گاوآهن چیزل با تیغه‌های پنجه‌غازی+ غلتک) و ۴- بی‌خاک‌ورزی (کشت مستقیم)) به‌عنوان عامل فرعی در کرت‌های فرعی بر عملکرد گندم و هزینه‌های تولید مورد بررسی قرار گرفت. ابعاد پلات‌ها ۲۵×۱۰ متر و فاصله بلوک‌ها از یکدیگر ۱۰ متر بود. جهت بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، قبل از کشت یک نمونه خاک مرکب از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک تهیه و به آزمایشگاه خاک و آب منتقل شد. نتایج آزمایش خاک در جدول ۱ و مشخصات کاشت در جدول ۲ و نیز مشخصات فنی ادوات مورد استفاده در جدول ۳ ارائه شده است. عملیات آماده‌سازی بستر برای کاشت گندم دیم در سه روش خاک‌ورزی مرسوم، خاک‌ورزی حفاظتی با خاک‌ورز مرکب (گاوآهن چیزل با تیغه قلمی+ غلتک) و خاک‌ورزی حفاظتی با خاک‌ورز مرکب (گاوآهن چیزل با پنجه‌غازی و غلتک) با دستگاه عمیق‌کار مدل الوند شرکت ماشین برزگر انجام شد. همچنین در روش بی‌خاک‌ورزی (کشت مستقیم)، از بذرکار کشت مستقیم دیم شرکت ماشین برزگر استفاده شد. لازم به توضیح است که تمام کود فسفاته و دو سوم کود اوره توصیه شده بر اساس نتایج آزمون خاک در پاییز و مابقی کود اوره در بهار مصرف گردید. پس از عملیات برداشت، بقایای ایستاده گندم و نیز بقایای نخود بعد از انجام عملیات برداشت، برای کشت بعدی حفظ می‌شد.

جدول ۱- برخی ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خاک محل آزمایش

Table 1- Some soil physical and chemical properties of the test site

بافت Texture	رس Clay (٪)	سیلت Silt (٪)	شن Sand (٪)	پتاسیم قابل جذب Available potassium (mg.kg^{-1})	فسفر قابل جذب Available phosphorus (mg.kg^{-1})	نیتروژن کل Total nitrogen (٪)	کربن- آلی O.C (٪)	اسیدیته خاک (pH)	هدایت الکتریکی Electrical conductivity (dS.m^{-1})	عمق خاک Soil depth (cm)
Silty Clay Loam	26	25	49	310	11.20	0.03	0.38	8.05	0.84	0-30

جدول ۲- تاریخ کاشت و سایر مشخصات

Table 2- Planting date and other specifications

مکان آزمایش **Experiment site**	سال **Year**	محصول کشت شده **Crop cultivated**	تاریخ کاشت **Planting date**	رقم **Cultivar**	مقدار بذر مصرفی **Amount of seed ($kg.ha^{-1}$)**	مقدارکود مصرفی **Amount of fertilizet ($kg.ha^{-1}$)** فسفات آمونیم (۴۶٪ فسفر) **Ammonium phosphate (%46 P)**	اوره (۴۶٪ ازت) **Urea (%46 N)**
ایستگاه تحقیقاتی تجرک Tajarak Research Station	۱۳۹۱-۱۳۹۳ 2012-2014	گندم Wheat	مهرماه October	سرداری Sardary	120	30	75
		نخود Chickpea	آذرماه December	آزاد Azad	80	30	75

جدول ۳- مشخصات فنی ادوات مورد استفاده

Table 3- Technical specifications of used machines

نوع ادوات کشاورزی **Implements**	عرض کار **Working width (cm)**	مشخصات فنی **Technical specifications**
گاوآهن برگرداندار Moldboard plow	90	سوارشونده، سه خیش Mounted, three bottoms
خاک‌ورز حفاظتی Conservation tiller	200	مجهز به تیغه‌های قلمی (قابل تعویض با تیغه‌های پنجه‌غازی) و غلتک- ساخت شرکت ماشین برزگر همدان Equipped with chisel blades (replaceable with sweep blades) and roller- Hamedan Barzegar Machine Company
سیکلوتیلر (کلوخه خردکن دوار+بسترساز) Power harrow	250	مدل HRB 225 D- مجهز به غلتک HRB 252D model- equipped with roller
عمیق‌کار Deep drill	230	مدل الوند - ۱۳ ردیفه- فاصله بین ردیف ۱۷ سانتی‌متر- ساخت شرکت ماشین برزگر همدان Alvand model, No. of rows=13, Space rows=17cm Hamedan Barzegar Machine Company
بذرکار کودکار کشت مستقیم دیم Direct drill	295	سوار شونده- مدل (NT-DFD-11)- ۱۱ ردیفه- فاصله بین ردیف ۲۰ سانتی‌متر- ساخت شرکت ماشین برزگر همدان NT-DFD-11 model, No. of rows=11, Space rows=20cm Hamedan Barzegar Machine Company

روش اقتصادی تحقیق

در ارزیابی اقتصادی این پروژه، اثرات اقتصادی ناشی از اعمال تیمارها با استفاده از روش بودجه‌بندی جزئی[1] و شاخص نسبت منفعت به هزینه[2] مورد بررسی قرارگرفته است. برای این منظور اختلاف درآمد و هزینه تیمارها نسبت به شاهد (شخم با گاوآهن برگرداندار و تهیه بستر با سیکلوتیلر) محاسبه و مورد مقایسه قرارگرفته است. هزینه‌های مورد بررسی شامل هزینه عملیات خاک‌ورزی و کاشت در تناوب‌های مختلف است. اختلاف در منافع تیمارها، ناشی از متفاوت بودن عملکرد گندم است (Zare Mehrjerdi, 2015).

رابطه (۱) روش بودجه‌بندی جزئی را نشان می‌دهد. NB: سود/ زیان، Dib اختلاف منافع تیمار با شاهد و Dic اختلاف هزینه تیمار با شاهد را نشان می‌دهد.

$$NB = (Dib - Dic) \qquad (۱)$$

در روش دوم نسبت میانگین منافع (B) به هزینه‌های هر یک از تیمارها (C) محاسبه شده است. برای این منظور منفعت هر یک از تیمارها از حاصل ضرب عملکرد و قیمت محصول حاصل شده است. هزینه‌ها شامل هزینه ثابت و متغیر است. هزینه ثابت، شامل هزینه‌هایی است که به مقدار تولید بستگی ندارد و هزینه متغیر، شامل هزینه‌هایی است که به مقدار تولید وابسته است. هزینه متغیر شامل

1- Partial Budjecting
2- Benfit-cost- ratio

تهیه زمین، بذر، کاشت بذر، کود شیمیایی، کنترل علف هرز، برداشت، کوبیدن و تمیزکردن محصول، کارگری، تعمیر و نگهداری ادوات و ماشین‌آلات و هزینه سوخت است. هزینه ثابت شامل استهلاک ادوات و ماشین‌آلات و بهره سرمایه است. در این معیار در صورتی‌که شاخص (B/C) بزرگتر از یک باشد گزینه مورد نظر دارای توجیه اقتصادی، اگر کوچکتر از یک باشد فاقد توجیه اقتصادی و برابر با یک بدین معنی است که با مقدار عملکرد حاصل شده در نقطه سر به سر قرار دارد (رابطه ۲) (Soltani and Najafi, 2007).

$$\text{Benefit/ Cost= B/C} \quad (۲)$$

نتایج و بحث

در جدول ۴ اثر تناوب زراعی در سال اول بر عملکرد گندم معنی‌دار بود در حالی‌که در سال دوم، تناوب زراعی اثر معنی‌داری بر عملکرد گندم نداشت. بیشترین عملکرد گندم در سال اول و دوم تحقیق به‌ترتیب با ۶۰۵/۳ و ۲۱۳۵/۱ کیلوگرم در هکتار مربوط به تناوب آیش- گندم است. با توجه به این‌که یکی از اهداف آیش در زراعت دیم، حفظ رطوبت خاک است. بنابراین در سال خشک ۹۲-۱۳۹۱، عملکرد گندم در تناوب آیش- گندم نسبت به تناوب نخود- گندم بیشتر شد که همین نتیجه قابل‌انتظار بود به‌دلیل این‌که احتمالاً رطوبت بیشتری در خاک در زمان آیش ذخیره شده است. کایسی و همکاران (Caysi *et al.*, 2008) نیز گزارش نمودند که بیشترین عملکرد گندم در تناوب آیش- گندم در مقایسه با تناوب‌های نخود- گندم، عدس- گندم و آفتابگردان- گندم حاصل شده است. در سال ۹۳-۱۳۹۲ که آبیاری تکمیلی انجام شد تفاوت معنی‌داری بین تناوب آیش- گندم و نخود- گندم از لحاظ اثرشان بر عملکرد گندم مشاهده نشد. می‌توان نتیجه گرفت در مناطقی که میانگین بارندگی بیشتر از ۲۵۰ میلی‌متر در سال و دارای پراکنش مناسبی باشد می‌توان تناوب نخود- گندم را جایگزین آیش- گندم کرد.

جدول ٤- میانگین عملکرد گندم در تناوب‌های مختلف زراعی

Table 4- Average wheat yield in different crop rotations

تناوب زراعی Crop rotation	عملکرد دانه Grain yield (kg.ha^{-1}) سال اول First year	 سال دوم Second year	 میانگین Average
آیش-گندم Fallow-wheat	605.3 ^{a}	2135.1 ^{a}	1379.6 ^{a}
نخود- گندم Chickpea-wheat	477.1 ^{b}	2085.3 ^{a}	1281.2 ^{a}

اعداد هر ستون که دارای حرف‌های یکسانی هستند تفاوت آماری بر پایه آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۱٪ ندارند.

The numbers of each column having the same letters do not differ statistically based on Duncan's multiple range tests at the 1% level.

در جدول ۵ میزان عملکرد گندم را در ۴ روش خاک‌ورزی نشان می‌دهد. در سال اول بیشترین عملکرد گندم با ۶۹۰/۷ کیلوگرم در هکتار مربوط به کشت مستقیم (بدون خاک‌ورزی) است ولی در سال دوم تحقیق بیشترین عملکرد با ۲۲۶۸/۶ کیلوگرم در هکتارمربوط به خاک‌ورزی حفاظتی (گاوآهن چیزل با تیغه‌های پنجه‌غازی+ غلتک) است. می‌توان نتیجه گرفت که در سال‌های خشک، کشت مستقیم (بی‌خاک‌ورزی) احتمالاً به‌دلیل حفظ بیشتر رطوبت خاک می‌تواند عملکرد بیشتری داشته باشد. نتایج به‌دست آمده با گزارشات لوپز بلیدو و همکاران (Lopez-Bellido *et al.*, 1996) و کانترو مارتینز و همکاران (Cantero-Martinez *et al.*, 2007) مطابقت دارد.

جدول ۶ اثرات متقابل تناوب زراعی و خاک‌ورزی بر عملکرد گندم را نشان می‌دهد. در سال اول بیشترین عملکرد گندم مربوط به تناوب زراعی آیش-گندم و روش کشت مستقیم (بی‌خاک‌ورزی) با میانگین عملکرد ۶۵۲/۷ کیلوگرم در هکتار بود. در سال دوم بیشترین عملکرد گندم در تناوب زراعی آیش- گندم و روش خاک‌ورزی با خاک‌ورز مرکب (تیغه‌های پنجه‌غازی و غلطک) با میانگین عملکرد ۲۴۰۵/۳ کیلوگرم در هکتار حاصل شد.

برای ارزیابی اقتصادی، هزینه و درآمد هر یک از تیمارها در طی دو سال محاسبه شد. جدول ۷ منافع و هزینه‌های خاک‌ورزی را در چهار تیمار خاک‌ورزی نشان می‌دهد. در این محاسبات هزینه شخم با گاوآهن برگردان‌دار و سیکلوتیلر ۲۰۰۰ هزار ریال در هکتار، هزینه خاک‌ورزی با خاک‌ورز حفاظتی (گاوآهن چیزل با تیغه قلمی و غلتک) ۸۰۰ هزار ریال در هکتار، هزینه خاک‌ورزی با خاک‌ورز حفاظتی (گاوآهن چیزل با پنجه غازی و غلتک) ۸۰۰ هزار ریال در هکتار، هزینه کارنده کشت مستقیم ۸۰۰ هزار ریال و هزینه کاشت با بذرکار معمولی (عمیق‌کار) ۴۰۰ هزار ریال در هکتار در نظر گرفته شده است. قیمت گندم ۱۲۷۰۵ ریال در هر کیلوگرم در محاسبات مربوط به تعیین منافع لحاظ شده است. به این ترتیب در سال اول و دوم بیشترین ارزش تیمار به‌ترتیب مربوط به کشت مستقیم و خاک‌ورز حفاظتی (گاوآهن چیزل با پنجه‌غازی+ غلتک) است (جدول ۷).

جدول ۵- میانگین عملکرد گندم در سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی

Table 5- Average wheat yield in different tillage methods

روش خاک‌ورزی Tillage method	عملکرد دانه Grain yield ($kg.ha^{-1}$)		
	سال اول First year	سال دوم Second year	میانگین Average
خاک‌ورزی مرسوم (گاوآهن برگرداندار+ سیکلوتیلر) Conventional tillage (Moldboard plow+Power harrow)	552.4 ^{c}	2135.1 ^{ab}	1343.8 ^{ab}
خاک‌ورز حفاظتی (گاوآهن چیزل با تیغه قلمی + غلتک) Conservation tiller (Chisel blade+Roller)	612^{b}	1902.3^{b}	1257.2^{b}
خاک‌ورز حفاظتی (گاوآهن چیزل با تیغه پنجه‌غازی + غلتک) Conservation tiller (Sweep blade+Roller)	540.3 ^{c}	2268.6 ^{a}	1404.4 ^{a}
کشت مستقیم (بدون خاک‌ورزی) Dirct drill (no-till)	690.7 ^{a}	1964.8 ^{ab}	1327.7 ^{ab}

اعداد هر ستون که دارای حرف‌های یکسانی هستند تفاوت آماری بر پایه آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۱٪ ندارند.

The numbers of each column having the same letters do not differ statistically based on Duncan's multiple range tests at the 1% level.

جدول ٦- اثرات متقابل تناوب زراعی و روش‌های خاک‌ورزی بر عملکرد گندم

Table 6- Interactions of crop rotation and tillage methods on wheat yield

تناوب زراعی Crop rotation	روش خاک‌ورزی Tillage method	عملکرد دانه Grain yield ($kg.ha^{-1}$)		
		سال اول First year	سال دوم Second year	میانگین Average
آیش-گندم Fallow-wheat	خاک‌ورزی مرسوم (گاوآهن برگرداندار+ سیکلوتیلر) Conventional tillage (Moldboard plow+Power harrow)	578.3 ^{e}	2159.7 ^{ab}	1369 ^{abc}
	خاک‌ورز حفاظتی (گاوآهن چیزل با تیغه قلمی + غلتک) Conservation tiller (Chisel blade+Roller)	595 ^{de}	2085.3 ^{ab}	1340.2 ^{abc}
	خاک‌ورز حفاظتی (گاوآهن چیزل با تیغه پنجه‌غازی + غلتک) Conservation tiller (Sweep blade+Roller)	595 ^{de}	2405.3 ^{a}	1500.2 ^{a}
	کشت مستقیم (بدون خاک‌ورزی) Dirct drill (no-till)	652.7 ^{c}	1965.7 ^{ab}	1309.2 ^{abc}
نخود- گندم Chickpea-wheat	خاک‌ورزی مرسوم (گاوآهن برگرداندار+ سیکلوتیلر) Conventional tillage (Moldboard plow+Power harrow)	393 ^{g}	2304 ^{ab}	1348.7 ^{abc}
	خاک‌ورز حفاظتی (گاوآهن چیزل با تیغه قلمی + غلتک) Conservation tiller (Chisel blade+Roller)	541 ^{f}	1879 ^{ab}	1165 ^{c}
	خاک‌ورز حفاظتی (گاوآهن چیزل با تیغه پنجه‌غازی + غلتک) Conservation tiller (Sweep blade+Roller)	447 ^{f}	2061.7 ^{ab}	1254.3 ^{bc}
	کشت مستقیم (بدون خاک‌ورزی) Dirct drill (no-till)	617 ^{d}	2096.7 ^{ab}	1356.8 ^{abc}

اعداد هر ستون که دارای حرف‌های یکسانی هستند تفاوت آماری بر پایه آزمون چند دامنه‌ای دانکن درسطح ۱٪ ندارند.

The numbers of each column having the same letters do not differ statistically based on Duncan's multiple range tests at the 1% level.

جهت لحاظ نمودن اثر تناوب نخود- گندم بر منافع حاصل از تیمارهای خاک‌ورزی لازم است که منافع و هزینه محصول قبلی نیز محاسبه و به نتایج در جدول ۷ اضافه شود. بر این اساس با عملکرد نخود به میزان ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار و با احتساب قیمت هر کیلوگرم نخود ۲۰ هزار ریال، میزان درآمد ناخالص این محصول ۸۰۰۰ هزار ریال محاسبه شده است. هزینه‌های تولید نخود شامل هزینه تهیه زمین، بذر، کاشت بذر، کود شیمیایی، کنترل علف هرز، برداشت، کوبیدن و تمیزکردن محصول می‌باشد. بر این اساس، هزینه تولید یک هکتار نخود ۵۳۰۰ هزار ریال است. با کسر هزینه‌های تولید از ارزش ناخالص، میزان درآمد خالص یک هکتار کشت نخود ۲۷۰۰ هزار ریال برآورد گردید. میزان درآمد و هزینه روش خاک‌ورزی بر اساس تناوب نخود- گندم در جدول ۸ نشان داده شده است. همانطور

که ملاحظه می‌شود بالاترین درآمد خالص در سال اول و دوم به‌ترتیب مربوط به روش‌های کشت مستقیم و خاک‌ورزی حفاظتی (گاوآهن چیزل با پنجه‌غازی+ غلتک) می‌باشد. درآمد خالص در روش خاک‌ورز حفاظتی (پنجه‌غازی+ غلتک) و کشت مستقیم به‌ترتیب برابر با ۳۰۳۲۳ هزار ریال و ۱۰۶۷۵ هزار ریال در هکتار است. جهت ارزیابی اقتصادی پروژه، از شاخص نسبت منافع به هزینه استفاده شده است. این شاخص در روش‌های خاک‌ورز حفاظتی (گاوآهن چیزل با پنجه‌غازی+ غلتک) (سال دوم) و کشت مستقیم (سال اول) نشان‌دهنده این است که در ازای هر واحد هزینه، می‌توان به‌ترتیب ۵/۷ و ۲/۸ ریال کسب کرد. بنابراین از نظر اقتصادی دارای توجیه بوده و این تیمارهای خاک‌ورزی نسبت به تیمار شاهد (کشت مرسوم) دارای برتری می‌باشند.

جدول ۷- منافع و هزینه گندم در سیستم های مختلف خاک‌ورزی

Table 7- Benefits and costs of wheat in different tillage systems

روش خاک‌ورزی Tillage method	عملکرد دانه Grain yield (kg.ha^{-1})		ارزش ناخالص Gross value (1000 Rials per hectare)		هزینه خاک‌ورزی و کاشت Cost of tillage and planting (1000 Rials per hectare)	
	سال اول First year	سال دوم Second year	سال اول First year	سال دوم Second year	سال اول First year	سال دوم Second year
خاک‌ورزی مرسوم (گاوآهن برگرداندار+ سیکلوتیلر) Conventional tillage (moldboard plow+power harrow)	552.4	2135.1	7018	27126	2400	2400
خاک‌ورز حفاظتی (تیغه قلمی + غلتک) Conservation tiller (chisel blade+roller)	612	1902.3	7775	24169	1200	1200
خاک‌ورز حفاظتی (تیغه پنجه‌غازی + غلتک) Conservation tiller (sweep blade+roller)	540.3	2268.6	6865	28823	1200	1200
کشت مستقیم (بدون خاک‌ورزی) Dirct drill(no-till)	690.7	1964.8	8775	24963	800	800

جدول ۸- منافع و هزینه سیستم های مختلف خاک‌ورزی در تناوب نخود-گندم

Table 8- Benefits and costs of different tillage systems in chickpea-wheat rotation

روش خاک‌ورزی Tillage method	ارزش ناخالص Gross value (1000 Rials per hectare)		هزینه کل Total cost (1000 Rials per hectare)		ارزش خالص Net value (1000 Rials per hectare)		نسبت منافع به هزینه‌ها The ratio of benefits to costs	
	سال اول First year	سال دوم Second year	سال اول First year	سال دوم Second year	سال اول First year	سال دوم Second year	سال اول First year	سال دوم Second year
خاک‌ورزی مرسوم (گاوآهن برگرداندار+ سیکلونیلر) Conventional tillage (Moldboard plow+Power harrow)	15018	35126	7700	7700	7318	27426	1.9	4.6
خاک‌ورز حفاظتی (تیغه قلمی + غلتک) Conservation tiller (Chisel blade+Roller)	15775	32169	6500	6500	9275	25669	1.4	4.9
خاک‌ورز حفاظتی (تیغه پنجه‌غازی + غلتک) Conservation tiller (Sweep blade+Roller)	14865	36823	6500	6500	8365	30323	1.8	5.7
کشت مستقیم (بدون خاک‌ورزی) Dirct drill (no-till)	16775	32963	6100	6100	10675	26863	2.8	5.4

به‌منظور نشان دادن تغییرات درآمد خالص در هر یک از سیستم‌های خاک‌ورزی اعمال شده نسبت به شاهد، از روش بودجه‌بندی جزئی استفاده شده است. برای این منظور اختلاف درآمد و هزینه سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی با روش خاک‌ورزی مرسوم مورد مقایسه قرارگرفته است. بر اساس نتایج این پژوهش در سال اول کشت مستقیم با ۳۳۵۷ هزار ریال در هکتار بیشترین ارزش خالص را

در میان سایر روش‌های خاک‌ورزی نسبت به روش کشت مرسوم داشته است و در سال دوم روش خاک‌ورزی حفاظتی (گاوآهن چیزل با پنجه‌غازی+ غلتک) بالاترین ارزش خالص را با میزان ۲۸۹۷ هزار ریال در هکتار، نسبت به روش خاک‌ورزی مرسوم دارا بوده است (جدول ۹).

جدول ۹- تغییرات منافع و هزینه سیستم‌های خاک‌ورزی نسبت به کشت مرسوم در تناوب نخود-گندم

Table 9- Changes in benefits and costs of tillage systems compared to conventional cultivation in chickpea-wheat rotation

روش خاک‌ورزی Tillage method	تغییرات ارزش ناخالص Gross value changes (1000 Rials per hectare)		تغییرات هزینه کل Total cost changes (1000 Rials per hectare)		تغییرات ارزش خالص Net value changes (1000 Rials per hectare)	
	سال اول First year	سال دوم Second year	سال اول First year	سال دوم Second year	سال اول First year	سال دوم Second year
خاک‌ورزی مرسوم (گاوآهن برگرداندار+ سیکلوتیلر) Conventional tillage (Moldboard plow+Power harrow)	-	-	-	-	-	-
خاک‌ورز حفاظتی (تیغه قلمی + غلتک) Conservation tiller (Chisel blade+Roller)	757	-2957	-1200	-1200	1957	-1757
خاک‌ورز حفاظتی (تیغه پنجه‌غازی + غلتک) Conservation tiller (Sweep blade+Roller)	-153	1697	-1200	-1200	1047	2897
کشت مستقیم (بدون خاک‌ورزی) Dirct drill (no-till)	1757	-2163	-1600	-1600	3357	-563

نتیجه‌گیری

با توجه به یافته‌های منتج از این پژوهش تأثیر انواع روش‌های خاک‌ورزی و تناوب زراعی بر عملکرد گندم در شرایط دیم معنی‌دار ارزیابی می‌شود. نتایج این پژوهش نشان داد که از نظر اقتصادی و عملکرد گندم در سال اول و دوم به‌ترتیب تیمار روش مستقیم و تیمار خاک‌ورزی حفاظتی (تیغه‌های پنجه‌غازی+ غلتک) نسبت به روش مرسوم برتری داشتند. در سال خشک (۹۲-۱۳۹۱) تیمار بی‌خاک‌ورزی (کشت مستقیم) در مقایسه با سایر روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی عملکرد بیشتری (حدود ۲۵ درصد) نسبت به خاک‌ورزی مرسوم داشت. در این شرایط (سال خشک) شاخص نسبت منفعت به هزینه در روش مستقیم برابر با ۲/۸ است که نشان‌دهنده این است که به‌ازای هر واحد هزینه در روش بی‌خاک‌ورزی ۲/۸ واحد منفعت ایجاد می‌شود که نسبت به روش خاک‌ورزی مرسوم (۱/۹) عدد بالاتری است. در سال دوم (۹۳-۱۳۹۲) که آبیاری تکمیلی انجام شد از نظر اقتصادی و میزان عملکرد محصول، تیمار خاک‌ورزی حفاظتی (گاوآهن چیزل با تیغه‌های پنجه‌غازی+ غلتک) نسبت به سایر تیمارهای خاک‌ورزی برتری داشت. این تیمار نسبت به روش مرسوم عملکرد گندم را ۶/۲ درصد افزایش داد. بالاترین نسبت منفعت به هزینه مربوط به تیمار خاک‌ورز حفاظتی (تیغه پنجه‌غازی+ غلتک) با عدد ۵/۷ است که نشان می‌دهد به‌ازای هر واحد هزینه در این روش ۵/۷ واحد منفعت حاصل می‌شود. در روش مرسوم این نسبت برابر با ۴/۶ است. بنابراین می‌توان روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی را جایگزین روش مرسوم (گاوآهن چیزل با شخم با گاوآهن برگرداندار) در زراعت دیم نمود. همچنین در سال‌های خشک، استفاده از کشت مستقیم (بی‌خاک‌ورزی) روشی مناسب و اقتصادی می‌باشد. از نظر عملکرد گندم در هر دو سال آزمایش، تناوب آیش- گندم نسبت به تناوب نخود- گندم برتری داشت. در سال اول و دوم به‌ترتیب تناوب آیش- گندم و کشت مستقیم و تناوب آیش- گندم و خاکورزی حفاظتی با خاک‌ورز مرکب (تیغه‌های پنجه‌غازی و غلتک) بیشترین عملکرد را به‌خود اختصاص دادند.

References

1. Akheli, L. A. 2003. Calculation of green GNP and degree of sustainability of national income in Iran. PhD Dissertation, College of Humanities, Tarbiat Modares University. Iran. (In Persian with English abstract).
2. Cantero-Martinez, C., P. Anges, and J. Lampurlanes. 2007. Long-term yield and water use efficiency under

various tillage systems in Mediterranean rainfed conditions. Annals of Applied Biology 150 (3): 293-305. https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.2007.00142.x.

3. Cayci, G., L. K. Heng, H. S. Ozturk, D. Surec, and C. Kutuk. 2008. Crop yield and water use efficiency in semi-arid region of Turkey. Soil and Tillage Research 103 (1): 65-72. https://doi.org/10.1016/j.still.2008.09.004.
4. Ghadiri, H. 1993. Soil conservation. Shahid Chamran university of Ahvaz. Pp. 470. (In Persian).
5. Ghahremanzadeh, M., and S. S. Hoseini. 1993. Economic study of soil conservation benefits in Iranian rainfed wheat fields: A case study: Golestan Province. 4th Iranian Conference on Agricultural Economics. Tehran. Iran. (In Persian with English abstract).
6. Ghorbani, M., and S. Hosseini. 2006. The application of replacement cost approach in estimating the annual cost of water soil erosion in Iran. Research Journal 7 (3): 177-186. (In Persian with English abstract).
7. Huszar, P. C. 1989. Economics of reducing off - site costs of wind Erosion. Land Economics 65 (4): 333-340. https://doi.org/10.2307/3146801.
8. King, D. A., and J. A. Sinden. 1988. Influence of soil conservation on farm land values. Ecological Economics 64 (3): 242-255. https://doi.org/10.2307/3146248.
9. Lopez-Bellido, L., M. Fuentes, J. E. Castillo, and E. J. Fernandez. 1996. Long-term tillage, crop rotation, and nitrogen fertilizer effects on wheat yield under rained Mediterranean condition. Agronomy Journal 88 (5): 783-791. https://doi.org/10.2134/agronj1996.00021962008800050016x.
10. Mejahed, E. I., and K. D. H. Sander. 1998. Rotation, tillage and fertilizer effects on wheat-based rain fed crop rotation in semiarid Morocco. Proceeding of third European conference on grain legumes. Opportunities for high quality, healthy and added-value crops to meet European demands. Valladolid, Spain, p. 442-454.
11. Meteorolgical data. Calendar. 2013-2014. Publications of I. R. of Iran Meteorological Organization.
12. Mirzah Shahi, K., and K. Bazargan. 2015. Soil organic matter management. Technical Journal. No 535. Publication of Soil & Water Research Institute. (In Persian with English abstract).
13. Morgan, R. P. C. 1995. Soil Erosion and Conservation. Longman, London, UK, p. 60-67.
14. Pattanayak, S., and Mercer, D. E. 1998. Valuing soil conservation benefits of agroforestry: Contour hedgerows in the Eastern Visayas, Philippines. Journal of Agricultural Economics 18 (1): 31-46. https://doi.org/10.1016/S0169-5150(97)00037-6.
15. Refahi, H. G. 2012. Wind erosion and its control. University of Tehran Publications. Edition 6. Pp.320. Tehran. (In Persian).
16. Refahi, H. G. 2017. Water erosion and its control. University of Tehran Publications. Edition 7. Pp.672. (In Persian).
17. Shiferaw, B., and S. T. Holden. 1998. Investment in soil conservartion in the Ethiopoian soil conservation programs in a Hihly. Ecological Economics 64: 242-255.
18. Soil Protection Act. 2019. Ministry of Jihad Agriculture. Agricultural Research, Education and Extension Organization. Soil and Water Research Institute.
19. Soltani, G. R., and B. D. Najafi. 2007. Agricultural economics. Academic Publicaion. Pp. 300. Tehran. (In Persian).
20. Veloz, A., D. Southgate, F. Hitzhusen, and R. Macgregor. 1985. The Economics of Erosion control in a subrtopical watershed: A Dominican case. Land Economics 61 (2): 145-155. https://doi.org/10.2307/3145807.
21. Vieth, G. R., M. Gunatilake, and L. J. Cox. 2001. Economic of soil Conservation: The upper Mahaweli watershed of Sirlanka. Journul of Agricultural Economics 52 (1): 139-152. https://doi.org/10.1111/j.1477-9552.2001.tb00914.x.
22. Walker, D. I., and D. L. Young. 1986. The effect of techinical progress Erosion Damage and Economic insentives for soil conservation. Land Economics 62 (1): 83-93. https://doi.org/10.2307/3146566.
23. Zare Mehrjerdi, A. 2015. Engineering economics. Mehrjerdi Publication. Pp. 464.Tehran. (In Persian).